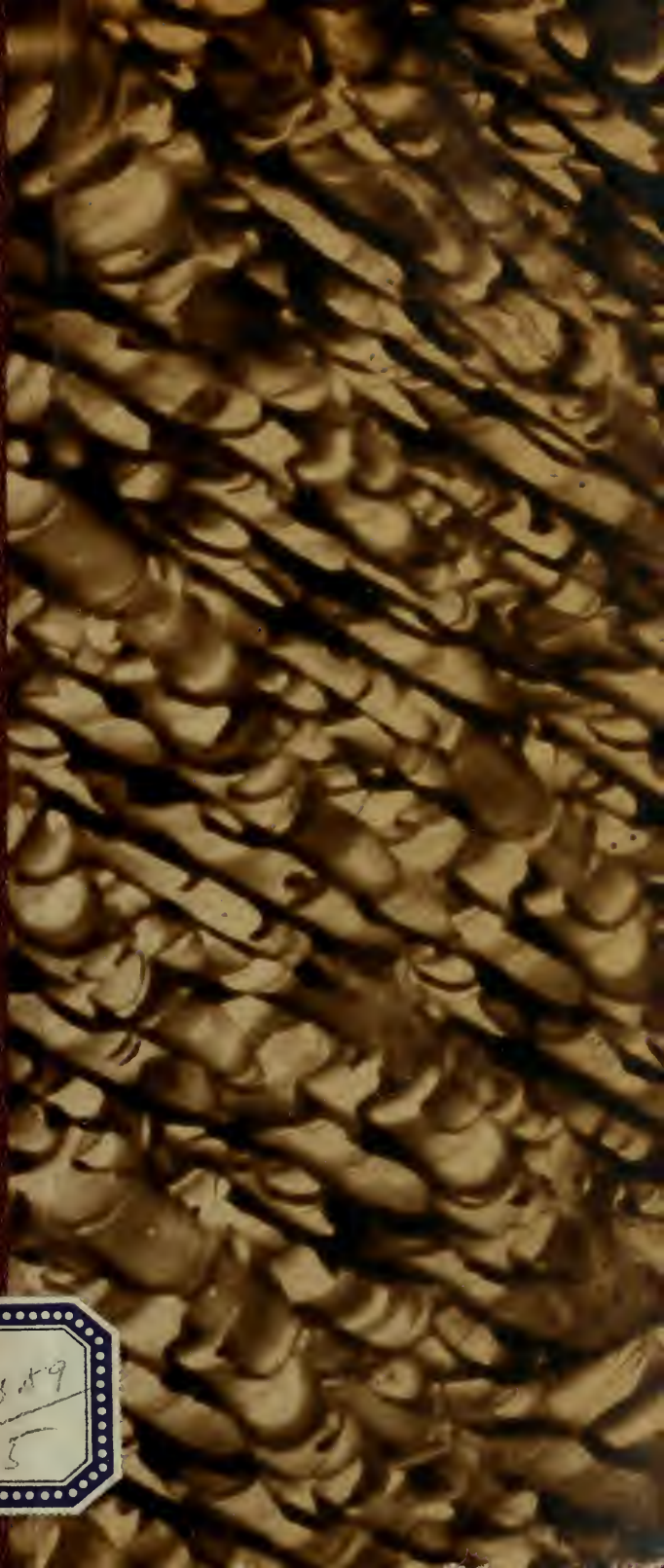


XXXX
C 5
5I
v.89
5

Digitized by the Internet Archive
in 2011 with funding from
Research Library, The Getty Research Institute

http://www.archive.org/details/sullaformadellap00tacc

SULLA FORMA
DELLA PLATEA E DEL PROSCENIO
DI UN TEATRO
PIÙ PROPRIA ALLA PROPAGAZIONE DEL SUONO
E SULLA MATERIA PIÙ ATTA A RINFORZARLO
ED A SOSTENERLO

PREMESSO UN ESAME SULLA TEORIA ACUSTICA

DI F. TACCANI

ARCHITETTO

MILANO

PRESSO ANGELO MONTI EDITORE-LIBRAIO

Contrada del Cappello n.° 4023

—

1840

194

TIPOGRAFIA BONFANTI

PREFAZIONE

Sembrerà forse a taluno strano che dopo tanti secoli che si costruiscono teatri, sorga ancora uno che pretenda determinare la forma della platea e del proscenio più acconcia alla propagazion del suono, e la materia più atta a rinforzarlo ed a sostenerlo; ma se rifletteranno, come appunto dopo tanti anni che conosconsi i teatri siano ancora discordi teorici e pratici ed anche gli architetti tra loro, cessar deve questa sorpresa, e riputar devono non strano che di quando in quando sorga qualcuno che tenti conciliarli con qualche ragione plausibile. Gli anticomaniaci, i quali hanno per capo Milizia, non vogliono saperne di moderne forme, e non fanno che inculcare continuamente l'imitazione dei teatri antichi, ove l'architettura *classica* ha più campo di sfoggiare le proprie bellezze anche nelle platee e nei proscenj più che nei moderni; vero è che la loro forma pretendesi pur conforme

alla ragione acustica. Dice Vitruvio che gli *antichi architetti, seguitando le vestigia della natura nel cercare la ragione del suono, fecero i gradi in modo che ordinatamente ascendessero, e cercarono per la matematica e musica ragione, che ogni voce che usciva dalla scena pervenisse chiara e soave all'udito degli spettatori.* Ma quale è poi questa matematica e musica ragione? Forse la prescrizione che egli dà per la forma de' sedili, cioè che una linea tirata dal primo all'ultimo ne tocchi tutte le cime? Questa regola che ogni architetto ora conosce necessaria per la forma di qualunque scala, quando non voglia eseguirla irregolare e zoppicante, non è musica ragione. Forse que' misteriosi vasi di bronzo che vorrebbe collocati nei medesimi sedili per far meglio risuonare la voce, i quali, in qual modo possano essi produrre quest' effetto non saprebbesi indovinare? Da questo sibillico linguaggio nulla si può arguire che giustifichi la forma dei teatri antichi, essere quella voluta dalla ragione acustica. Pei sostenitori dei teatri antichi però, siccome v'entra di mezzo il prepotente comodo in relazione coi moderni costumi, questo è di già per sè stesso un ostacolo insuperabile, e può dirsi per essi persa intieramente la causa, ed il teatro olimpico dell' architetto Palladio ne

è una prova, il quale costrutto colle leggi architettoniche antiche, cede ora il luogo ad un teatro di moderne forme in Vicenza. Se non fosse cosa fuori del mio proposito, potrei pure mostrare che anche per l'effetto ottico i teatri antichi devono esser di molto inferiori ai moderni, nei quali il vantato ampio proscenio e le decorazioni staccate, non si prestano in nessun modo a comporre una scena unita, completa ed illusoria.

Dopo i teatri antichi vengono i moderni, e per giungere alle loro vestigia è d'uopo fare un salto di dodici e più secoli: gli artieri, e non dirò ancora architetti, che costrussero i primi locali che diedero in seguito la norma pei teatri moderni, si trovavano quasi sempre obbligati dalle aree in cui si erigevano temporariamente, le quali erano per lo più sale o cortili di forme oblunghe; sia poi per consuetudine o perchè credessero che queste forme presentassero qualche utilità e comodo, continuarono pure gli architetti di seguito ad erigere i loro teatri di forme oblunghe, ma variate a seconda credevansi più o meno atte a far sentir bene la voce che era l'oggetto precipuo del teatro, ed a seconda del raziocinio degli architetti costruttori, i quali non avendo una guida sicura, a norma del proprio intendi-

mento e gusto architettonico, davano a questi teatri le più svariate e strane forme; le platee si fecero in prima di forma rettangolare o conterminate dal lato opposto al proscenio con una curva, in seguito presero la forma di racchetta, di specchio di toeletta e simili; Bibiena fece fino dei teatri in forma di campana, forse perchè opinava che la voce si effettuasse in essi come nelle campane, servendo gli attori di battaglio. Dopo tante stranezze sembra che il consentimento degli architetti si sia fermato alla forma di una ovale troncata dalla parte più ristretta, ove formasi la scena, detta volgarmente *a ferro di cavallo*, ma ciò, io credo, non perchè questa forma si consideri più consentanea alla ragione acustica, ma perchè fra le tante forme tentate dagli architetti moderni, è certamente la migliore e quella che meglio soddisfa alle esigenze estetiche. Infatti essa non è ancora sostenuta da alcuna teoria ed è ancora soggetto di critica agli scrutatori della ragione del suono, i quali, ignari delle ragioni architettoniche, propongono la ellisse, e fino la parabola e l'iperbole per la forma delle platee, curve antiartistiche ed incombinabili colla eleganza di cui vuolsi pure aver cura in questi edifizj.

È molto tempo che eravi su questo argo-

mento silenzio, quando nel 1830, per cura del dottore sig. Giulio Ferrario, venne riprodotta la non moderna opera del francese Patte (1) tradotta dal valente pittore scenico, sig. Paolo Landriani, nella prefazione della quale dice, che *per ciò che riguarda il suo materiale è una delle poche che soddisfano al loro scopo.* Sembrerebbe pertanto che la ellisse, forma della platea sostenuta in quest'opera, sia da preferirsi a tutte le altre forme, come quella che riunisce, secondo il predetto autore, tutti i vantaggi relativi alla vista ed all'udito. Dice però in una nota il traduttore, che per accertarsi che la figura ellittica riunisca in sè tutti i vantaggi suddetti, *converrebbe poter vedere due teatri di grandezza simile, uno di figura ellittica, l'altro a ferro di cavallo, per conoscere i vantaggi di uno sopra i difetti dell'altro.* Quest' osservazione mostrerebbe, non solo che non troppo persuadenti siano le ragioni del signor Patte in appoggio alla figura ellittica, ma l'impossibilità anche di potere una qualche volta decidere la quistione, perchè una tale prova sarebbe troppo costosa e soggetta a mille osservazioni sul risultamento; mio pensiero sarebbe quello di poterla decidere con mezzi più economici e sicuri. Basterebbero intanto a far rigettare le speciose ipotesi del

(1) *Storia e descrizione dei teatri moderni ecc.*

sig. Patte, le seguenti considerazioni: I. Siano le platee costrutte con palchetti come si costuma, o con logge come propone l'autore, devono esse all'atto delle rappresentazioni supporsi piene di persone, ogni forma pertanto che si dia alle medesime viene spezzata e rotta, e però vien tolta ad essa la proprietà che avrebbe se il teatro fosse vuoto. II. La forma continuata dei parapetti dei palchetti e delle logge sarebbe la sola non interrotta, ma supposta vera la proprietà della ellisse di rimandare il suono da un fuoco all'altro, questi rimandi cadrebbero su di varie rette staccate insistenti sul fuoco situato nella platea, la maggior parte superiormente agli spettatori. III. E finalmente, ciò che vale per tutte, siccome è noto che la riflessione in un fuoco della ellisse non può effettuarsi che stando il movente collocato nell'altro fuoco, e fuori di questa posizione anche la detta curva è inetta a produrre regolari rimandi, così sarebbe sempre obbligato l'attore a questa posizione, e la curva diverrebbe inutile per tutti i pezzi di musica composti più di una parte e per quegli attori che devono cantare e declamare nello stesso tempo. Comprovato, per quanto mi sembra, l'inutilità della figura ellittica delle platee per far sentir bene la voce, resterebbe di far conoscere se la figura

ovale ne è più acconcia. Alla teoria acustica intende di aver appoggiate il signor Patte le proprie deduzioni, nè io credo essermene discostato, dal che ne viene la naturale conseguenza che l'una debba diversificare dall'altra, dacchè conducono a risultamenti diversi. È necessario pertanto ch'io fermi l'attenzione del lettore su questo punto, onde possa chiaramente conoscere le mie idee, e dove l'ammessa teoria non sembrami persuadente nè si uniformi ai risultamenti pratici, per potere con ragioni valide e non ipotetiche dimostrare ciò che finora non è stato ancora fatto, cioè che la figura ovale delle platee non è per nulla contraria, anzi è la più conforme alle leggi dell'acustica, e potere rettificare anche alcune opinioni sulla materia più acconcia alla costruzione di esse platee e del proscenio. Non devesi credere per ciò che io pretenda di creare una teoria completa, ma siccome per giungere al mio scopo è d' uopo che io percorra una via in più parti nuova, è perciò necessario che io mi estenda in essa quanto basti, per far chiaramente conoscere le ragioni che consigliano i cambiamenti che propongo, e giustificare la mia opinione colla maggiore evidenza possibile.

CAPO PRIMO

TEORIA DELLA MUSICA

ARTICOLO I.

Leggi generali relative al suono.

Ogni sensazione in noi prodotta per mezzo degli organi dell'udito, dicesi romore, rimbombo, strepito, fracasso e suono, le prime quattro sensazioni sono cose insignificanti ed inette a produrre effetti gradevoli, il suono invece è una specie di rumore grato, capace di eccitare diversi affetti, e che si ottiene anche artificialmente con varj strumenti appositi che diconsi perciò armonici. Il suono rendesi sensibile, mediante una celere agitazione che inducesi nell'aria che ci circonda e percuote gli organi dell'udito. È provato che se sotto il vetro di una macchina pneumatica poni un campanello od altro strumento atto a produrre un suono, e levi a poco a poco l'aria

che lo circonda nel mentre che si eccita il suono in esso, questo suono va scemando sino alla sua totale estinzione, che accade appunto quando formasi il vuoto, e ricompare debole e crescente di forza gradatamente nel rimettere ancora l'aria nella macchina suddetta. Ciò prova che nessun fluido ignoto emanasi dallo strumento armonico, giacchè se il suono odesi a traverso del vetro della macchina quando è piena d'aria, molto più bene dovrebbesi far sentire quando è vuota, se un fluido particolare lo producesse.

Dopo questa teoria constatata ed ammessa dai fisici, si osserva che l'aria viene' da essi considerata non solo come il veicolo che porta all'orecchio il suono, ma anche capace di produrlo essa medesima. Negli strumenti a fiato viene considerata l'aria come il corpo vibrante primo, e perciò quella che forma e crea il suono, e negli strumenti a corde si ritengono le vibrazioni di queste le eccitatrici del suono, e l'aria non è in essi riputata che il veicolo, cioè *un fedele interprete del loro movimento.* Comincio dall'osservare che questo doppio attributo che si asserisce impresso dalla natura all'aria sembrami più ipotetico che reale, imperocchè, o si considera il suono non altro che prodotto dalle vibrazioni dell'aria, ed allora sarà questo il corpo sonoro ed i varj strumenti altro non saranno che un mezzo per eccitarlo, o si

considera il suono il primo movente dell'aria, ed allora questa non sarà che il veicolo, ed i varj strumenti saranno il corpo sonoro. L'aria non muovesi che eccitata da un impulso, ed i suoi varj movimenti nel suono sono sempre prodotti da una prima causa, la quale dipende dalla forma e dalla qualità degli strumenti armonici, siano dessi a corde od a fiato, quindi in ogni caso sarà l'aria o semplicemente veicolo oppure corpo sonoro e veicolo, giacchè quest'ultimo attributo non le si può togliere. Questa separazione di attributi sembrami un'illusione prodotta dalla qualità, dirò così, materiale dei suddetti strumenti, essendo visibilissime le vibrazioni di quelli a corde, e meno visibili, ma che pure non lasciano di esistere, quelle degli strumenti a fiato, come spero di dimostrare più chiaramente in seguito. Se avessimo da riportarsi alla decisione dei sensi sulla competenza del nome di corpo sonoro, sarebbe subito decisa la quistione a favore degli strumenti, nè per altra ragione diconsi questi, strumenti armonici per distinguerli da quelli che non hanno alcuna relazione colla musica, ma se riflettesi che uno strumento qualunque, se non è investito dall'aria è inetto a produrre un suono, che questo suono dipende realmente dall'aria posta in movimento in quel dato modo, che le varie modificazioni del suono non sono in sostanza che le varie modifica-

zioni del detto movimento, dovrebbesi concludere che all'aria sola debba appartenere il nome di corpo sonoro, altro non essendo gli strumenti che un mezzo d'imprimere in essa quelle vibrazioni atte a produrre il suono; vero è che anche la parola ed il canto ripeter debbonsi dal movimento dell'aria, nè per ciò dir si potrebbe ragionevolmente che l'aria è parlante o canta, dipendendo il tutto dalla volontà dell'uomo: in tale commistione di cose, sembra miglior consiglio il lasciar decidere dai fisici i varj attributi e di attenersi ai sensi relativamente ai nomi. Infatti anche gli astronomi, sebbene appoggiati a fatti più determinati e positivi, dietro le apparenze, dicono si leva e tramonta il sole, quantunque sia certissimo che il sole non si muove e che tali apparenze devonsi al moto della terra.

Il suono producesi non solo nell'aria, ma anche nei varj gaz e liquidi, come l'acqua, l'olio e simili. È certo per altro che non potendo isolarci perfettamente dall'aria, gli esperimenti fatti negli altri fluidi aereiformi e nei liquidi, non potranno mai esser tanto completi da togliere ogni imperfezione in essi. Essendo questo fenomeno estraneo al nostro scopo, non per altra cagione si è quivi accennato, se non perchè ci avverte che i fenomeni del suono hanno tra loro qualche analogia, siano dessi prodotti nell'aria o nell'acqua, onde giustificare in certo

qual modo il mezzo con cui si serviremo in alcuni casi, per rendere sensibili alla vista i fenomeni di cui andiamo in traccia.

ARTICOLO II.

Della formazione del suono.

L'aria in quiete non produce nè suono nè romore ma sì quando inducesi in essa un movimento, anzi quando questo movimento non raggiunge un certo grado di celerità, si scorge incapace a produrre un suono apprezzabile nell'armonia (*a*). Quando l'aria è posta in movimento da uno strumento qualunque, prende una specie di tremito analogo al tremito che si forma nel corpo che la muove, il quale si propaga celeramente tutto all'intorno dello strumento stesso, decrescendo a misura che si distacca dal corpo da cui riceve l'impulso fino alla sua totale estinzione; questo tremito rende sensibile il suono quando arriva a percuotere gli organi dell'udito; il suono perciò non potrà sentirsi nell'istesso istante se non da quelli che sono egualmente lontani dal corpo sonoro: questa variazione d'istante però non è apprezzabile a spazj di poco momento. Il tremito ora detto è comune a tutti gli strumenti armonici in generale, ma la maggior parte di essi, oltre a questo, che sarebbe il suono propriamente

detto, e però dicesi *tremito sonoro,* ne abbisognano di un altro di sussidio, il quale serve ad accrescere ed a perfezionare il primo, e chiamerò *di rinforzo o di risuonanza.* Quegli strumenti il di cui suono formasi col solo tremito sonoro, sono quelli il di cui movimento primo abbraccia da solo la quantità d'aria necessaria ad allargare il suono ed a renderlo grato all'orecchio; tali sono in generale gli strumenti detti crustici o da percossa, gli altri da corda e da fiato abbisognano il concorso dei due movimenti, in modo diverso però nei primi e nei secondi. I primi l'ottengono dai piani armonici, i quali mettono in movimento l'aria, distaccandosi quasi circolarmente attorno allo strumento, e però spandono la voce equabilmente per ogni lato, ed i secondi l'ottengono nei tubi che li compongono, da cui sorte l'aria spandendosi da un sol lato, cioè dalla parte diretta del tubo, ed inducendo per conseguenza un moto contrario di avvicinamento dal lato posteriore, come prossimamente viene indicato dalle freccie nella Fig. I, da cui ne nasce che sono più sentiti da quelli posti nella parte anteriore, e la forza va diminuendo dai lati di fianco sino alla situazione direttamente opposta alla spinta, nella quale è più debole. È da notarsi però che questo secondo movimento dell'aria, tanto nei primi che nei secondi strumenti, si avvicini o si distacchi dal corpo sonoro, è sem-

pre interrotto e contiene come impresso il tremito sonoro che non cessa di formarsi tutto all'intorno dello strumento. Tutto ciò spero che verrà a mostrarsi più chiaro all'immaginazione nel seguente esame sulla formazione del suono.

Essendo mio pensiero di passare come in iscala progressiva la formazione del suono nei varj strumenti, per conoscere l'analogia reciproca, prenderò in esame un solo della specie di essi che potrà servire di norma per gli altri, cominciando da quelli nei quali si ottiene il suono col solo tremito sonoro, e passando a quelli a corde ed indi a quelli a fiato, non ommettendo altri che potessero servire di legame intermedio, per rilevare la relazione che il suono ha in queste ultime due specie.

La campana è uno strumento in cui si eccita il suono con un solo movimento; percuotendogli col battaglio o con un martello il suo orlo, scomponesi la sua forma rotonda in due curve oblunghe alternantisi rapidissimamente coll' asse ad angoli retti, le quali imprimono nell'aria un movimento analogo ed in quantità sufficiente per rendere il suono forte ed armonico. Chladni ha portato all'occhio questo movimento mediante alcuni bicchieri di vetro con entro dell'aqua, i quali suonati col mezzo di un arco da violino che si frega sul suo orlo, inducono nel detto liquido un increspamento da cui si scorge la forma del tremito

sonoro, che può essere riferito all'aria colle modificazioni relative, facili a rinvenirsi dall'immaginazione.

Il timpano potrebbe riputarsi uno strumento che produce il suono con un solo movimento, essendo la pelle che lo produce di sufficiente estensione per eccitarlo grato, ma siccome nel suo rapido abbassamento ed alzamento, l'aria compresa nella cassa viene a scuotersi analogamente e partecipa l'egual movimento alla lamina di rame di cui è formata, così questa entra in sussidio dell' altra e ne ingrandisce la voce col tuono inerente al metallo. Il tremito sonoro di questo strumento potrebbe riputarsi l'anello che lega i due movimenti proprj degli altri strumenti, avendo quasi più analogia col tremito di risuonanza che coll'altro, infatti il suono che ne risulta è una specie di rimbombo (*b*), che ci vuole un orecchio ben esercitato per determinarne il tuono.

Per gli strumenti a corde prenderemo ad esempio il violino. Se una corda di minugia viene ben tesa e solidamente appoggiata con ponticelli ad una grossa tavola di marmo, il suono prodotto da essa corda è esile, secco ed ingrato, e ciò perchè l'aria che può mettere in movimento la corda è troppo poca per produrre un suono apprezzabile, e la tavola di marmo è insufficiente ad aumentarla col proprio movimento. Se invece questa corda l'ap-

poggi al piano armonico del violino, essa le imprime, mediante il ponticello che la sostiene solidamente aderente al piano formando un solo sistema, un movimento analogo, al quale si presta perchè la flessibilità della materia è a ciò acconcia, e così allargasi col tremito di risuonanza quello della corda, per cui il suono riesce con ciò forte e grato. La commistione di questi rapidi movimenti è di per sè tanto chiara che credo non abbia bisogno di prove.

Se tu attacchi solidamente ad un corpo una lamina di metallo o di vetro con un lato, e coll'altro le imprimi mediante un arco da violino una rapida vibrazione, essa produrrà un suono dolce e sufficientemente forte, perchè la larghezza della lamina comprende la quantità d'aria bastevole per renderlo tale, ma se il corpo a cui è attaccata la lamina sarà un piano armonico, il suono s'aumenterà di molto per la ragione sopradetta.

Saressimo ora giunti all'esame degli strumenti a fiato, ma prima è d'uopo far precedere quello di uno strumento, rurale e rozzo se vuolsi, ma che per essere l'anello che lega questi agli strumenti a pizzico ed a corde, non dev'essere trascurato, essendo idoneo a mostrare con più di evidenza l'analogia scambievole e la relazione dei rispettivi tremiti di risuonanza. Lo strumento è quello che dicesi *aura* o *scacciapensieri*, ed impropriamente ri-

beba e ribeca nei dizionarj. Consta questo di un anello di ferro aperto da un lato e prolungato con due stanghette parallele, frammezzo alle quali si estende una linguetta d'acciajo, attaccata solidamente con un capo all'anello e libera dall'altro capo, che termina con un'appendice risvoltata ad angolo retto. Si suona tenendo le stanghette con una mano fortemente aderente ai denti, alquanto aperti, e facendo vibrare coll'altra la linguetta, battendo contro l'appendice già nominata in modo che tocchi da nessun lato, servendo la cavità della bocca come di cassa armonica. Se tu fai vibrare la linguetta sospendendo il respiro, producesi un suono cupo e debole, ma se spingi o ritiri il fiato dalla bocca, il suono aumenta, diventa chiaro ed armonioso. Egualmente se attacchi solidamente quest'aura al piano di un piccolo mantice o soffietto (Fig. II, *a b c d*) in modo che l'aria non possa passare che frammezzo alle stanghette ove è collocata la linguetta, le vibrazioni eccitate in questa saranno cupe, se terrai il soffietto immobile, ma se lo alzerai o lo abbasserai, l'aria che passa frammezzo alle stanghette s'imprimerà delle vibrazioni della linguetta, le quali aumentandosi produrranno un suono grato ed armonioso. In questo strumento il moto di allontanamento e di avvicinamento del tremito di risuonanza si manifesta chiarissimo, perchè nel chiudersi del soffietto, l'aria

è spinta lontana da esso, e nell'aprirsi è chiamata ad avvicinarsi per empierne la cavità. Si osserva che se lo strumento viene appoggiato convenientemente ad un piano armonico, aumenta pure e rinforza la voce, essendo i tremiti di risuonanza prodotti dal movimento del piano. Ciò mostra evidentemente l'analogia che hanno tra loro i due modi diversi con cui possono prodursi questi tremiti, siano dessi eccitati da un piano che si muove o da una spinta che si eccita nell'aria.

Spingeremo più oltre quest'analogia applicando il meccanismo suddetto ad una corda; si costruisca un soffietto come quello accennato, ma di figura parallelepipeda, come nella Fig. III, *a b c d,* per attaccarvi una corda di minugia, la quale sarà posta nel piano superiore, in una fessura che deve praticarsi in questo, i lembi della quale vogliono essere acuti, e la corda vicinissima ad essi, ma senza toccarla. Questa corda sarà attaccata da un capo *g* mediante un bottoncino e dall'altro sarà tesa da un bischero posto nell'appendice *h i* ricurva, nel modo facile a concepirsi osservando la figura. La parte sporgente di questa corda compresa tra il soffietto e l'appendice, è il luogo dove dev'essere suonata con un arco da violino in senso perpendicolare al piano sul quale è tesa, e ciò perchè le vibrazioni di essa non la inducano a toccare i lembi della fessura che

la contiene: il resto è di per sè chiaro; facciansi con quest'ordigno tutti gli esperimenti fatti collo scacciapensieri, e vedrassi che il soffietto supplisce al più perfetto piano armonico, la diversità sta solo in ciò, che col soffietto è necessario che l'aria passi vicina alla corda per imprimersi dei tremiti di risuonanza, mentre il piano armonico mette il proprio movimento all'unissono con quello della corda vibrante, e l'aria ne è scossa analogamente senz'altro sussidio. Lo stesso esperimento potrebbe farsi con una lamina di metallo o di vetro. In questo caso si osserva, che se la lamina fosse tanto aderente ai lembi della fessura da non lasciar passar l'aria del soffietto senza sforzo, e tanto flessibile da poter ricevere da questa un movimento spontaneo, essa vibrerebbe, e produrrebbe con ciò il suono senza il sussidio dell'arco. In tal modo eccitansi le voci dei così detti fisarmonici.

Le osservazioni or ora fatte ci conducono naturalmente a conoscere il modo con cui si eccita il suono negli strumenti a fiato con ancia o linguetta, altro non essendo in sostanza queste che lamine come le accennate. Prendendo ad esempio il clarinetto, se tu stacchi il becco dal tubo e spingi l'aria in esso, l'ancia prende un tremito spontaneo e produce una voce stridula ed insignificante; è il tremito sonoro non sussidiato da quello di risuonanza; ma se poni il becco nel

corpo dello strumento, la colonna d'aria si allarga ed è spinta fuori del padiglione col secondo tremito impresso, e riesce con ciò sonora e grata. Lo stesso può dirsi degli altri strumenti senza linguetta od ancia, nei quali il tremito sonoro è eccitato dalle labbra e dalla spinta più o meno forte dell'aria. A proposito di questi strumenti a fiato non posso fare a meno di far osservare una cosa generalmente trascurata, e che non lo dovrebbe essere nè nella teorica nè nella pratica loro costruzione, ed è, che alla formazione delle voci e dei tremiti di risuonanza, deve contribuire non poco il movimento della materia di cui sono composti, la quale deve certamente vibrare in modo analogo ai piani armonici degli strumenti a corde: ne è un indizio la qualità della loro voce, che varia a seconda della qualità dei metalli e dei legni e della diversa loro grossezza. Se ciò non fosse il suono dipenderebbe solo dalle loro forme e sarebbe indifferente il costruirli di qualunque materia. L'impercettibilità di questo movimento relativamente alla vista (*c*) non prova che desso non esista, quando la ragione lo crede necessario. Sin dove può giungere il movimento della materia, credo di poterlo dimostrare più chiaramente nell'articolo seguente.

Dall'esame da noi fatto sul modo con cui si forma il suono nei varj strumenti, sembra comprovato che l'aria in ogni caso riceve le im-

pressioni da un primo movente, ed i suoi tremiti sono sempre in analogia con quelli che le imprime il movente stesso, che vengono per essa trasmessi nello spazio, *come un fedele interprete del loro movimento.* Da quest'esame non potrebbesi determinare la linea che indica il separato attributo che dicesi impresso dalla natura all'aria, cioè di essere solo veicolo negli strumenti a corde, e corpo sonoro e veicolo in quelli a fiato; lo che era mio scopo di dimostrare.

ARTICOLO III.

Della propagazione del suono a traverso dei solidi.

Dalle osservazioni fatte noi abbiam veduto, come uno strumento imprima nell'aria i movimenti necessarj per essere dalla stessa portato al nostro orecchio il suono da esso prodotto; in questo articolo esamineremo come il suono può attraversare i solidi e farsi ancora sentire all'orecchio. Nell'esempio addotto della macchina pneumatica, abbiam veduto che il suono attraversa il vetro, resta ora a determinarsi in qual modo. Sappiamo di già che il suono si spande per mezzo dell'aria agitata con particolari movimenti, e sappiamo pure che l'aria non può attraversare la solidità del vetro, per-

chè se ciò fosse non potrebbesi formare il vuoto nella campana della macchina; pare adunque che il suono non potrebbe farsi sentire a traverso del vetro, se l'aria non inducesse in questo un movimento analogo a quello di cui essa è agitata: tale supposizione va a verificarsi col seguente visibile esperimento, da farsi dietro la traccia già indicata da Chladni. Prendansi due tazze di sottile vetro, l'una piccola, come *a b* Fig. IV, e l'altra più grande, come *c d*, e si attacchino solidamente al fondo tra loro come dimostrasi dalla figura, in modo che la più piccola, che è nel mezzo, sporga coll'orlo dall'altra più grande; queste due tazze così unite si pongano in un altro recipiente pure bene attaccate col fondo di questo, si empia d'acqua il recipiente e l'interstizio tra le due tazze, lasciandovi superiormente un orlo perchè l'acqua de' due recipienti non abbia comunicazione; se caverai il suono dalla piccola tazza con un arco da violino fregando il suo orlo sporgente, il tremito del vetro si comunicherà all'acqua posta fra le due tazze, la quale inducendo un tremito eguale nella tazza più grande, questa la comunicherà all'acqua del recipiente che contiene amendue le tazze; ed ecco provato con evidenza, come un fluido agitato in un dato modo può comunicare l'egual movimento ad un solido e questo di nuovo ad altro fluido, e però come il suono può passare a traverso dei solidi pel

solo contatto dell'aria colle proprie pareti. È fuor di dubbio pertanto che questa trasmissione sarà più perfetta, quanto più facile sarà il solido a conformarsi ai varj movimenti dell'aria, e che questo suono sarà per noi estinto, quando il solido sarà tanto resistente da non poter essere smosso dall'aria risuonante, oppure quando lo sia sì debolmente, da essere inetta a produrre nell'aria un movimento sensibile al timpano dell'orecchio, ben persuaso per altro, che desso potrà essere estinto solo pei nostri sensi e che più oltre possa tal fiata procedere.

E qui gioverà far conoscere sino a qual punto un solido possa essere smosso da una forza qualunque, colla seguente osservazione. Se con un forte colpo di martello tu percuoti una grossa e lunga trave posta orizzontalmente, tutta la sua lunghezza sarà scossa in modo, che se più palle fossero appoggiate al suo piano, sarebbero tosto slanciate in aria con tanta maggior veemenza quanto più forte sarà il colpo slanciato, e visibile sarebbe il suo scomponimento in linea serpentina; se tu diminuirai la grossezza del martello e la forza del colpo, diminuirassi pure il movimento della trave e la spinta delle palle, diminuendo ancora le prime cause diminuiranno pure gli effetti, a segno che la tua vista non iscorgerà più alcun movimento nel legno, sebbene ne darebbero indizio il movimento delle palle; ed in fine, se andrai pro-

gressivamente diminuendo le cause del primo impulso, si estingueranno del tutto a' tuoi sensi gli effetti suaccennati; ma la ragione non deve crederli realmente annientati, dacchè, se ancorchè il martello fosse ridotto alla grossezza di uno spillo, sussisterà sempre la causa del moto, nè evvi ragione plausibile per escludere, in proporzione, la sussistenza dell'effetto.

Infatti pongasi sulla trave ove battevasi il colpo un piccolo orologio, nulla a' tuoi sensi apparirà di moto, ma se appoggerai l'orecchio all'estremità opposta, sia di sopra sia di sotto alla trave, sentirai le battute di esso. Lasciando da un lato le varie ipotesi formate su questo fenomeno, io dico che proviene dal movimento d'oscillazione della trave non estinto, che imprime all'aria circostante un movimento eguale a quello cagionato dal primo impulso dell'orologio, e ne ripete il battito; e questa opinione è fondata su queste circostanze di fatto: 1.° È provato che in un legno a fibre parallele, come quelli di cui formansi i piani armonici, il romore si manifesta nel solo senso della direzione delle fibre e non nel senso opposto, cioè nel senso della elasticità del legno e non nell'altro, ove le fibre sono come distaccate ed interrotte dall'alburno che è una materia molle e niente elastica. 2.° In un legno forte con fibre intralciate e contorte, il romore si sente in tutti i sensi. 3.° L'egual fenomeno si manifesta pog-

giando l'orologio su di una tavola di marmo, su di una spranga di ferro, di vetro, ecc., ed in tutte queste materie il romore partecipa della qualità di esse, cioè secco nel marmo, più sonoro nel ferro, dolce nel vetro, ecc. 4.° Appoggiando l'orologio ad una muratura di mattone in coltello, detta da noi *di quarto*, odesi il battito di esso, ma non se lo appoggerai ad una muratura di un mattone in piano o di punta, da cui deducesi facilmente che l'orologio può movere una muratura di quarto ma non una più grossa. 5.° E finalmente, ciò che sembrami più concludente di tutti, egli è, che se appoggiasi l'orologio ad un bicchiere, ad un mortajo di bronzo o ad una campana, il battito si riproduce col tuono di voce inerente a questi strumenti; anzi se porrai, a cagion d'esempio, nel bicchiere o nel mortajo dell'acqua, si manifesta la voce crescente che la quantità del liquido induce in essi (1). È fuor di dubbio che in questi la materia si muove, come appunto fosse battuta con un martelletto; ora se il movimento di un piccolo orologio è capace di far oscillare il metallo di un mortajo di bronzo, di una campana, quale dubbio può rimanere che non sia capace di muovere anche una grossa trave? D'altronde, se ciò non fosse,

(1) Bisogna avere l'avvertenza che l'orologio sia compresso verso il piede di questi strumenti e non all'orlo, per non impedire le libera oscillazione.

essendo fuor di dubbio che il romore proviene solo dal movimento dell'aria, non saprebbesi come questa possa attraversare con tanta rapidità la lunghezza e la grossezza di tali materie, ed il fenomeno sarebbe sempre un mistero. I limiti dei fenomeni della natura non hanno confini che pei nostri sensi, ma il reale suo termine è a noi ignoto, e non può raggiungersi nemmeno col sussidio dei più potenti mezzi che l'arte ha saputo suggerire. Se un oggetto appena visibile a' tuoi occhi, ingrandito milioni di volte, lascia ancora travedere oggetti che avrebbero bisogno di essere altrettanto ingranditi per essere ben compresi dalla vista, qual meraviglia può produrre il fenomeno del movimento delle materie da noi osservato, se desso oltrepassa la misura concessa alle nostre percezioni?

E mostrasi chiara la verità della causa da noi attribuita a questo fenomeno, quando si consideri, che colla stessa si viene a comprendere chiaramente, come la propagazione del romore per mezzo dei solidi è più celere che quella che proviene dall'aria, e può essere più da lungi portata. Infatti il movimento dei solidi, prodotto da una scossa, per la stretta aderenza che hanno le molecole di questi tra loro, riesce celerissimo e quasi istantaneo, ed il suo termine dipende dalla lunghezza di essi che non saprebbesi determinare ove, in un solido

continuato, possa estinguersi, mentre nell'aria la propagazione stendendosi per consenso di molecole in molecole, ed essendo queste molto diradate e non avendo tra loro la stretta aderenza dei solidi, dev'essere per conseguenza più tardo il loro moto di consenso e deve più presto cessare (*d*). M. Biott negli esperimenti fatti in un condotto di metallo fuso lungo circa 900 metri, sentiva due colpi che ripetevansi da un colpo solo dato all'altra estremità del condotto, cioè quello più celere portato dal movimento della materia, e l'altro più tardo portato dal movimento dell'aria. Quale altra sarà la causa di questo fenomeno se non quella da noi indicata? Chladni asserisce di aver udito i colpi di cannone ad una distanza di circa 70 miglia appoggiando l'orecchio ad un muro, ciò che fu da altri verificato appoggiandolo al terreno: è fuor di dubbio che questo fenomeno proviene dal tremito della terra, che, ove non sia interrotto da cavità o separazioni assolute, può estendersi fino a tali distanze. Dai suddetti esperimenti si può per altro arguire: 1.° L'indefinibilità del punto in cui può giungere la flessibilità di un solido in apparenza il più compatto, e del termine del movimento della materia quando viene scossa da una spinta. 2.° L'immensa prontezza ed esattezza dell'aria nel secondare gli impulsi dai quali viene agitata. 3.° La squisitezza dell'udito paragonato cogli altri sensi dell'uomo.

Termineremo questo capo con un esempio che in tutto od in parte potrà verificarsi in varie circostanze. Immaginiamo due ambienti chiusi all'ingiro in modo che nessuna comunicazione abbiano per mezzo dell'aria interna ed esterna, e siano tra loro divisi da una semplice muratura di quarto, ed immaginiamo che in uno di essi si eseguisca una musica a più strumenti: lo scuotimento dell'aria di quest'ambiente indurrà un tremito nel muro, il quale scuotendo l'aria dell'altro ambiente in modo analogo, anche in questo si udrà bene la musica. Immaginiamo ora che il tavolato vada ingrossandosi fino a divenire un solido muro, la voce degli strumenti andrà pure diminuendo, cominciando dai più deboli, cioè da quelli a pizzico, passando a quelli d'arco e quindi ai flauti, ai clarinetti ed alle trombe che sono gradatamente i più forti, fino alla sua totale estinzione che accadrà quando la grossezza del muro sarà tale da non poter essere scossa da nessuno strumento; debbesi però fare una eccezione ai contrabbassi, i quali si suonano appoggiati al terreno, e però avendo in loro vantaggio il tremito di questo, la loro voce non potrà essere estinta se non quando sia estinto il tremito che la loro forza può indurre nel terreno stesso, il quale sarà l'ultimo ad annientarsi.

ARTICOLO IV.

Del suono riflesso.

Abbiam veduto che i tremiti armonici dell'aria si staccano dallo strumento che li produce, di mano in mano allargandosi per diffondersi nello spazio: se in questo movimento incontrano un ostacolo, essi possono essere rimandati ancora indietro e talfiata tanto perfettamente che fanno sentire ancora il suono a quelli che lo eccitarono o che di già lo sentirono per la via diretta. Se i tremiti sono rimandati alquanto scomposti formano il rimbombo, e se sono rimandati intatti formano l'eco (*e*). Se il suono segue puntualmente il movimento dell'aria, esso sarà soggetto alla legge colla quale questa si muove; siccome quest'aria è nella categoria dei fluidi ponderabili, la legge sarà quella comune a questi fluidi, la quale è pure, colle modificazioni inerenti, quella dei liquidi; tanto i fluidi che i liquidi si possono considerare come l'aggregato di palle o molecole immensamente piccole le quali, se potessero essere separate, sarebbero soggette alla legge alla quale sono soggetti i corpi isolati, cioè di muoversi in linea retta quando sono spinti, e di riflettersi cogli angoli eguali a quelli d'incidenza quando urtano contro un dato corpo; ma siccome la separazione di queste molecole nei

fluidi e nei liquidi non può effettuarsi in nessun modo, così la legge della spinta e della riflessione da noi indicata, benchè ammessa dai fisici, per sola facilità, cred'io, dei calcoli, debbe riputarsi ipotetica ed inesatta quando vogliasi applicare al movimento delle loro molecole in massa, che costituisce in sostanza il movimento del fluido. Se si considerano molte palle o molecole spinte tutte ad un tratto, esse si urtano scambievolmente ed alterano la retta via che percorrerebbero se fossero separate, e se incontrano un dato corpo, scompongonsi pure gli angoli reciproci coi quali sarebbero rimandati se fossero isolati, da cui ne nasce che la loro massa si decompone in ondulazioni curve, ben lontane dalla forma che prenderebbero nella ipotesi dell'uguaglianza degli angoli sopradetta. Può stabilirsi pertanto che un fluido, e perciò il suono, non può esser soggetto alla legge di riflettersi cogli angoli eguali a quelli d'incidenza. Questa conclusione essendo contraria al modo con cui viene generalmente calcolata la riflessione del suono, e dovendo produrre per conseguenza dei risultati molto diversi, è necessario che sia dimostrata colla maggior evidenza possibile. Cominceremo dai solidi, che supporremo le molecole separate del liquido o del fluido che prendesi in esame, passando all'acqua onde rappresentare il movimento delle molecole unite in massa, per essere riferite al-

l'aria, che è il soggetto delle nostre ricerche, ma che per essere invisibile, il suo movimento non può conoscersi perfettamente che per analogia.

Supponiamo, a cagion d'esempio, una palla da bigliardo che dal punto *e*, Fig. V, sia spinta verso la sponda o mattonella *b c* in *f*, essa sarà respinta verso *i* cogli angoli *i f c*, *e f b* eguali, come è noto, ma se un'altra palla fosse staccata dallo stesso punto *e* diretta a *d* la quale incontrasse la prima nel punto *g*, ne sarebbe interrotto il cammino e prenderebbe la direzione *g h*, seguendo la stessa legge degli angoli formantisi nella superficie delle palle, così pure sarebbe di nuovo interrotto il cammino se un'altra palla la incontrasse in *p*, e così successivamente se si avessero da immaginare quante palle si vogliono urtantesi nel cammino scambievole, per cui la prima palla invece di giungere al punto *i*, che toccherebbe nella sua regolare direzione isolata, per l'incontro delle altre cadrebbe in *l*, cambiando la retta *i f* nella spezzata *f g p l*. Aumenterebbesi poi questa scomposizione di movimento se le palle spinte si succedessero le une alle altre senza interruzione, e se il cammino fosse ingombrato da altre palle stazionarie obbligate a muoversi per l'impulso di quelle spinte, per cui il moto generale di esse si decomporrebbe in onde, che potrebbero definirsi l'*aggregato della scomposizione degli infiniti an-*

goli delle palle separate. S'impiccoliscano coll' immaginazione queste palle sino a divenire le molecole di un liquido, e potrà farsi un'adeguata idea del movimento di questo.

Posto sott'occhio, come in abbozzo, in qual modo una infinità di corpi mossi colla stessa legge, nei varj incontri possano di tanto dividerla e sminuzzarla da non potere essere più ravvisata nè facilmente determinata nè quasi dall'immaginazione compresa, passeremo a verificare il movimento delle stesse molecole in massa, come si effettua nell'acqua, per vieppiù conoscerlo e rettificarlo. A questo scopo prendasi un bacile di rame con sponde verticali di un giro ellittico, come nella Fig. VI, nel quale siavi posta dell'acqua; i fuochi della curva intendansi projettati nei punti *a*, *b*. È nota la proprietà di questa curva, cioè che ogni corpo isolato slanciato dal fuoco alla periferia è rimandato all'altro fuoco. Si applichi al bacile una siringa nel modo che scorgesi dalla figura, la quale col suo cannello risvoltato raggiunga il fuoco *a*. (Il pezzo *cd* non è che un appoggio della siringa onde non si muova nel farne uso.) Il cannello sia immerso per circa due terzi nell'acqua e sia la siringa pur essa piena d'acqua e con questo mezzo sia spinta nel bacile, con moto continuo, oppure a sbalzi onde eccitare le onde nell'acqua. Se la spinta sarà diretta al fuoco *b*, l'acqua passerà sopra di esso in onde

allungantisi in curve piramidali colla punta in *a*, le quali giunte al vertice dell'ellisse ritorneranno di rimbalzo indietro ripassando sul fuoco *b* senza unirsi in esso. Se dirigerai la spinta verso le sponde laterali del bacile, l'acqua conformata pure in onde allungate sarà rimandata con altre onde le quali resteranno più aderenti alla periferia nè si uniranno al fuoco *b*. Se si proverà a spingere l'acqua della siringa contro ogni punto della periferia ellittica, anche essendo il bacile vuoto, la reazione dell'acqua schizzata sarà uno sparpagliamento, il quale tenderà sempre a seguire più la via della periferia che quella del fuoco *b*, e però si conclude che l'acqua non riflettesi cogli angoli eguali a quelli d'incidenza, giacchè se ciò fosse dovrebbe unirsi nelle varie spinte sempre nel fuoco *b*, e la ragione di ciò emerge chiara dalla dimostrazione da noi premessa mediante le palle da bigliardo, rappresentanti le molecole di un liquido, prima staccate e poi unite in massa.

Con questo esperimento noi abbiamo posto sott'occhio uno schizzo alquanto più finito del precedente per conoscere il movimento dell'aria, e l'immaginazione deve ajutarci a riferirlo a questo fluido invisibile, il quale investe i corpi moventisi in essa da tutti i lati, avuto riguardo alla sua leggerezza, prontezza di movimento, elasticità e rarefazione in confronto dell'acqua. Se qualche dubbio per altro

restasse che l'aria non segua un moto analogo a quello da noi dimostrato, potrà esser tolto col seguente esperimento da farsi ancora col bacile ellittico. Prendasi un lume, ed in varie riprese lo si collochi, prima nel fuoco, poi nelle varie altre posizioni del bacile, e spingendo l'aria in questo colla stessa siringa, (che in questo caso farà le veci di un soffietto) nel modo stesso che si è detto dell'acqua, le varie inclinazioni della fiamma indicheranno chiaramente che il movimento dell'aria combinasi con quello dell'acqua.

Dal riassunto di questi tre esperimenti uniti si osserva, che tanto i liquidi che i fluidi seguono, nell'urtare le sponde, più volontieri la via della periferia che quella che si distacca da essa, lo che sembra naturale, perchè le molecole che sopraggiungono cacciate dalla spinta, tendendo tutte verso la circonferenza, devono forzare quelle rimandate, di minor forza impresse, a retrocedere verso di essa. Così se nel bacile ellittico porrai un lume vicino alla sponda, soffiando obbliquamente dal fuoco o da qualunque altro punto del suo spazio, vedrai il lume fortemente agitarsi e quasi a spegnersi, impeto che andrà diminuendo a misura che lo distaccherai dalla sponda. S'intenderà però di leggieri che ciò non dipende dalla proprietà della curva ellittica, ma sì dalla continuazione di essa, e però con tutt'altra forma osserverassi

sempre lo stesso fenomeno, purchè non sia interrotta da risalti o da irregolarità. Pare certo pertanto, che se il movimento dell'aria fosse prodotto da un suono, questo si udrà più bene stando situati vicini alla periferia che altrove, sempre però a pari lontananze.

Nè credo possa essere di ostacolo al sistema da noi stabilito, cioè che il suono non può riflettersi con angoli eguali a quelli d'incidenza, il fenomeno noto e che si dimostra nei gabinetti di fisica con due specchi parabolici, i quali, posti a moderata distanza l'uno dall'altro colla concavità rivolta tra loro, hanno la proprietà tanto di riunire i raggi di luce da un fuoco all'altro (i quali raggi è indubitato che si riflettono colla legge dell'uguaglianza degli angoli sopradetta) quanto di far sentire la voce di uno che sommessamente parlasse in un fuoco ad un altro che avesse posto l'orecchio nell'altro fuoco, fenomeno che noi sosteniamo non essere soggetto a questa legge, mentre ciò non può essere dipendente che da una proprietà particolare di queste curve unite nel modo che dicemmo, capace di riunire ad un punto, tanto i corpi isolati che fossero spinti da un fuoco verso di esse, quanto di conglomerarvi una massa fluida, del resto è fuor di dubbio ed è constatato dal fatto, che il fenomeno della luce si verifica in tutti i casi sotto la stessa legge, nè mai fuori di essa si potrebbe ottenere, mentre

quella del suono si osserva in ambienti varj e sotto forme svariatissime; e quel che è più valutabile e che giustifica la quivi ammessa teoria, si è che il fenomeno non è mai obbligato ad un punto solo, cioè si verifica sempre in uno spazio di qualche ampiezza nel sito dove accade, lo che mostra ad evidenza che non proviene da una riunione di molecole o filamenta concentrate in un punto, ma da una massa di qualche estensione che per un dato spazio conserva l'identicità del movimento impostogli dal primo impulso. Gli esempj che sottopongo ne saranno una prova esperimentale: in una delle vôlte sottoposte al nostro archivio notarile alla piazza de' mercanti, e precisamente in quella verso la contrada de' profumieri, uno che parli in un angolo rientrante di un pilastro, è inteso benissimo da uno che sia collocato nell'angolo del pilastro diametralmente opposto, mentre nulla odesi nel mezzo. Chladni nota pure, che nella galleria di Glocester due persone che parlano piano possono farsi intendere alla distanza di 25 tese; che in una sala dell'osservatorio di Parigi succede lo stesso fenomeno, parlando uno in un angolo e stando l'uditore nell'angolo opposto; lo stesso nella cattedrale di Girgenti, ed in quella vicina a Siracusa. Lichtental nell'articolo *risuonanza* del suo *Dizionario della musica,* nota pure che due persone stando vicine ai due crateri di alaba-

stro che trovansi nel Louvre di Parigi, in una sala del museo d'antichità, possono parlare tra loro con voce anche bassissima alla distanza di 30 passi senz'essere uditi in nessun punto della sala. Un altro esempio più maraviglioso, aggiunge, del fenomeno della risuonanza, *senza che si sappia spiegare il come* (*f*), offre il grande teatro di Parma che ha 300 piedi di lunghezza, ed ove dal fondo del medesimo all'estremità opposta, si sente anche un uomo che parli sottovoce. Potrei aggiungere altri moltissimi esempj nei quali può verificarsi il fenomeno della riflessione del suono, senza che vi concorra visibilmente la legge dell'eguaglianza degli angoli più volte nominata, ma questi e le ragioni premesse, credo che dovrebbero bastare per togliere su di ciò ogni dubbio, e per convincerci che per conoscere la ragione del suono, la teoria va basata ad esperimenti fatti sul movimento di un fluido in massa, e non sulla ipotetica sua scomposizione in separate molecole o filamenta. In allora potrassi forse venire a capo di comprendere alcuni fenomeni, che nella scienza acustica sono tutt'ora involti nel velo del mistero.

ARTICOLO V.

Delle materie più atte a sostenere ed a rinforzare il suono.

È noto che uno strumento armonico suonato piuttosto in un locale che in un altro può accrescere o diminuire la risuonanza della voce; a questo fenomeno può talfiata contribuire la forma particolare del locale, ma più di sovente la materia di cui è costrutto. Abbiam veduto che il suono (o l'aria, che per noi in tale circostanza è lo stesso) nel distaccarsi del corpo sonoro, può urtare le pareti da cui è circondato e farsi sentire in altri ambienti al di là di queste; ma se le pareti sono tanto solide da non essere facilmente scosse, il suono urta di rimbalzo e rimane più forte nel locale ove si eccita. Anche questo fenomeno, d'altronde chiaro, ha bisogno di essere dimostrato, perchè deve condurci a dei risultati diversi da quelli comunemente ammessi. È noto in meccanica che il rimbalzo di una palla elastica è sempre più forte quando è slanciata contro una materia dura che elastica anch'essa o molle. Le sponde di un bigliardo che rimbalzan sì bene una palla d'avorio, non sono sì atte a rimbalzare una palla di pelle elastica, e questa invece sarà bene ripercossa ove le sponde siano di legno o di sasso. Ciò procede che il controcolpo delle due ma-

terie elastiche non può andare pienamente d'accordo col movimento spontaneo d'ambidue, se si eccettua il caso di perfetta omogeneità di esse, per cui cedendo l'una all'urto dell'altra e ricomponendosi in diversi istanti, la forza dello slancio resta in certo qual modo paralizzata e rotta; annientasi poi e perdesi del tutto la forza dell'urto se lo slancio è diretto contro una materia molle e pieghevole, perchè inetta a sostenere lo sforzo della spinta. Quest'osservazione riferita al suono non soffre alcuna alterazione: infatti troverai bene il rimbombo e l'eco in ambienti costrutti di solide murature e vôlte, come per esempio nelle chiese, nelle grotte ed anche fra i monti, non mai in ambienti di legno, con pareti esili o coperte di tela; ho già eccettuato da questa generale osservazione il caso di perfetta omogeneità nelle parti urtanti e scosse, e ciò all'appoggio di ciò che sono per dire. È noto che ogni materia elastica ha un movimento spontaneo dipendente dalla forma, dalla dimensione ed anche dal luogo ove riceve l'impulso, e diversamente non potrebbe essere smossa se non con una specie di violenza alla natura di essa. Una corda armonica, a cagion d'esempio, accordata in un dato tuono, non può fare in un tempo determinato che quel dato numero di oscillazioni, e perciò non può indurre nell'aria che un tremito di un egual numero di movimenti, da ciò

ne nasce, che due corde accordate all'unissono non potranno indurre che un identico movimento nell'aria, la quale perciò porterà all'orecchio un unico suono, come appunto accade. Da tale osservazione, chiarissima appare la causa per cui suonando una di queste corde accordate all'unissono si muove anche l'altra senz'essere toccata, perchè trovandosi questa corda involta in un'atmosfera scossa nel modo identico allo spontaneo movimento di essa, è obbligata a seguire il naturale impulso dell'atmosfera stessa, e secondarne, come direbbesi, la corrente, permutandosi con ciò la causa del movimento scambievole. E ciò valga anche per quelle corde accordate all'ottava e per le altre note che diconsi concomitanti, da cui nasce lo stesso fenomeno, sebbene con minore forza e spontaneità, essendo in questo caso le oscillazioni bensì proporzionali ed analoghe, ma non identiche.

Perchè questo fenomeno per sè stesso ora chiaro si presenti anche alla vista, facciasi il seguente esperimento. Prendansi due tazze di vetro il più che sia possibile di uniforme grossezza, e si tirino all'unissono, se non lo sono, ponendo nell'una o nell'altra la quantità sufficiente d'acqua, nel modo noto, e poi si collochino in guisa da toccarsi appena negli orli scambievoli; se queste tazze saranno fermate solidamente col fondo a qualche piano, cavando

la voce coll'arco di violino da una suonerà anche l'altra, ma se in alcuna porrai dell'acqua per disaccordarle, il suono non potrà più cavarsi in nessuna di esse, e se userai violenza andrai a rischio di romperle. Si osserva in fine che questo fenomeno non potrà accadere che in istrumenti dell'egual specie, così uno strumento a fiato non potrà indurre questo movimento spontaneo in una corda, benchè accordata all'unissono con essa, perchè le vibrazioni, quantunque in egual numero, sono però di forma diversa.

Con tale principio si va pure a scorgere come le pareti elastiche di un ambiente possano contribuire all'aumento del suono; che è appunto quando la detta elasticità combinasi spontaneamente col movimento indotto nell' atmosfera dalla musica. Se in una stanza, a cagion d'esempio, con vòlta o soffitta piana di muratura, dove nessun oggetto esista atto a perturbare le oscillazioni dell'aria, provi a fare una scala regolare colla voce o con uno strumento, troverai ben di sovente una nota che più delle altre rimbomba e la riempie di armonia. Ciò accade appunto, perchè quella tal nota produce nell'atmosfera un movimento analogo all'elasticità spontanea delle pareti, della vòlta o della soffitta piana, le quali oscillando di concerto ed analogamente, rinforzano il movimento dell'aria e la nota omogenea. Quando però si rifletta:

1.° Alla difficoltà e, direi quasi, all'impossibilità di preventivamente calcolare questa elasticità per porla d'accordo colla musica. 2.° Alla circostanza, che anche ciò ottenuto, il benefizio non potrebbe estendersi che ad un determinato tuono, è fuor di dubbio che gli ambienti costrutti con pareti il più che sia possibile solide e capaci di resistere alle scosse armoniche, saranno sempre più utili alla musica, e può concludersi, che le pareti di un ambiente quanto più saranno atte a trasfondere il suono in altri ambienti, meno saranno utili per quello ove si eseguisce la musica, e va con ciò a rovesciarsi l'opinione quasi universalmente trasfusa, cioè, che le materie elastiche, e specialmente il legno, siano da preferirsi nella costruzione per ottenere degli ambienti sonori.

Il legno credesi il più capace a rinforzare la voce per essere il più idoneo alla formazione degli strumenti a corde, e specialmente dei piani armonici, senza riflettere al meccanismo che lo rende utile in questi ben diverso di quello che esigerebbesi nell'altro caso. Negli strumenti a corde il piano armonico è in immediato contatto colle corde, e forma col ponticello che le sostiene un sistema unito e solidissimo, per cui è forzato a seguire senza esitanza il movimento che le impongono le corde stesse; e perchè ciò accada col minor sforzo possibile, i fabbricatori pongono la loro maggior cura

nella scelta di questo legno, da cui dipende tutta la bontà dello strumento (g). Nell'altro caso invece è l'aria sonora di già scossa col suo particolare movimento che va ad urtare contro il legno, e se questo non ha le qualità da noi notate precedentemente, sarà sempre inutile all'aumento del suono. Il legno anzi è la materia meno atta a questo scopo, perchè non ha la resistenza necessaria per sostenere in tutta la sua integrità i movimenti dell'aria, e perchè è impossibile il trovare in molte tavole unite formanti una superficie di qualche estensione, una elasticità eguale ed omogenea. Se vuolsi osservare senza prevenzioni contrarie la cosa, tale verità è constatata dal fatto. Ho già detto che gli edifizj di legno sono meno sonori di quelli costrutti con solide murature. Inopportuno pertanto diviene il consiglio dato dal signor Patte, all'oggetto di rinforzare la voce delle sale, quello cioè di coprire le pareti con tavole di legno alquanto staccate dal muro, quasi piani armonici degli strumenti a corde, ed inopportuno pure l'altro, (di cui si fece un esperimento in un teatro di Torino e nel nostro della Canobbiana che ne comprovarono l'inutilità) di costruire una cassa armonica sotto l'orchestra per aumentarne il suono. Lo scopo poi sarebbe in questo caso sbagliato in massima, perchè ciò che ha bisogno di ajuto e rinforzo è la voce dei cantanti non quella dell'orchestra, già di

troppo prevalente sull'altra, tanto per la forza degli strumenti in particolare che pel loro numero. Alla voce de' cantanti quale utile può apportare un piano armonico nudo posto sotto ai piedi dei suonatori? Meno certamente di quello che potrebbe apportargli un contrabbasso senza corde che avesse vicino o frammezzo alle gambe.

CAPO SECONDO

SULLA FORMA DELLA PLATEA E DEL PROSCENIO E DELLA MATERIA COLLA QUALE VORREBBERO ESSERE COSTRUTTI.

ARTICOLO I.

Della forma.

Nel primo capo di quest'opera noi abbiamo, come si suol dire, preparato un fondo su cui con cognizione di causa, portare un giudizio sulla forma della platea e del proscenio di un teatro in relazione alla ragione acustica, ma siccome l'uso ed i comodi di cui debb'esser fornita a' nostri giorni questa platea non lasciano campo di tutte osservare le prescrizioni che ci additerebbe l'acustica, così è necessario da prima far conoscere gli ostacoli che quest'uso e questi comodi ci possono opporre, e fino a qual punto possono essere pregiudicievoli al suono, e ciò per non perderci in cose ipotetiche ed inattendibili nella pratica. Ciò premesso faremo alcune osservazioni generali, le quali avendo

l'appoggio a ciò che dicemmo nella teoria del suono, serviranno come di guida nel ragionamento di seguito. Esse sono: I. Qualunque locale, quando dev'essere tanto vasto da oltrepassare la misura propria alla forza dello spandimento diretto del suono di un dato istrumento, la materia e la forma del locale divengono inette ad aumentarlo ed a rinforzarlo, giacchè manca la capacità all'aria risuonante di giungere alle pareti, alle quali è raccomandato quest'incarico, colla forza necessaria per essere rimandata. II. Un locale sarà sempre più armonico quanto più le sue forme si adatteranno al modo con cui si spande il suono dello strumento, e meno perturberanno il naturale movimento dell'aria sonora; così scorgerassi sempre più sonoro un locale a pareti lisce e vuoto, che quando sia costrutto con varj risalti, ingombrato di mobili e di persone. III. Il suono degli strumenti a fiato propagandosi in un modo e quelli a corda in un altro, rigorosamente parlando, le forme proprie per gli uni non lo sarebbero per gli altri. IV. Non potendo la teoria appoggiarsi ad una base accidentale e variabile, sarebbe necessario, prima di determinare la forma del locale, di stabilire la situazione dello strumento armonico, ma siccome gli strumenti di un'orchestra occupano uno spazio che empie tutta l'imboccatura del proscenio, non è perciò possibile che la teoria s'appoggi al bisogno

di ciascuno. V. Diremo per ultimo, che quando la forza di uno strumento di molto oltrepassa la misura dell'ambiente in cui si suona, inutili, anzi qualche volta nocivi sarebbero i mezzi per accrescerla, perchè in allora l'armonia produrrebbe più confusione che diletto, come scorgesi in alcuni locali ove di soverchio rimbomba la voce, e specialmente se arrivano a formare l'eco. Quest'osservazione ci toglie in un punto l'imbarazzo di passare in rivista tutti gli strumenti di un'orchestra, perchè i teatri, anche più grandi, non arrivano mai a diminuire la voce che ci viene direttamente da essi, che anzi, in certi casi specialmente, avrebbe bisogno di essere moderata, molto più se riflettesi al romoroso sistema introdotto al giorno d'oggi. La nostra attenzione pertanto si fermerà solo alla parte più interessante della melodia, cioè alla voce dei cantanti, la quale ha un posto particolare sul palco diviso dall'orchestra, ed ha di assoluto bisogno che siano praticati tutti i mezzi che l'arte può somministrare perchè sia ben sentita in un teatro, ove a fronte della sua debolezza, anche paragonata con ogni strumento in particolare, debbe da sola contrastare coll'armonia di tutti insieme, e contro la poca carità di alcuni maestri di musica e del pubblico, che esigono dai cantanti sforzi tali che talfiata sono causa della loro rovina.

La voce umana viene da tutti assimilata ad

un perfetto strumento a fiato, cioè spandentesi per davanti, dove è più forte, con tremiti di risuonanza di allontanamento, e di dietro, ove è più debole, con tremiti di risuonanza di avvicinamento. Avendo noi tolto al suono, e, per quanto parmi, appoggiati a circostanze di fatto, la legge di riflessione cogli angoli eguali a quelli d'incidenza, ed avendo dimostrato invece che esso si spande e si riflette con ondulazioni in massa, non saremo obbligati a prescrivere all'attore un punto, fuori del quale divengano nulle le prescrizioni usate nella costruzione della platea e del proscenio; giova però supporlo nel mezzo di quest'ultimo, per la simmetria dell'edifizio e per lo spandimento più equabile della voce. La voce del cantante, come negli strumenti a fiato, si spande dilatandosi, formando un cono col vertice rivolto verso la bocca dond'esce il suono, e se il locale nel quale canta deve secondare, come è giusto, questa forma naturale che prende l'aria nel sortire dall'esofago, vedesi di già che la forma dell'ovale tronca, più stretta al proscenio ed allargantesi nella platea ne è più propria (*h*), si comprenderà di leggieri per altro, che questa figura non sarà obbligata ad una precisa determinata curva, e solo si può dire in generale che essa sarà più utile quanto più ristretta sarà nell'imboccatura del proscenio (*i*) ove generalmente trovasi collocato l'attore, perchè essendo dai lati la voce,

e per conseguenza i movimenti dell'aria, più deboli che per davanti, quanto più vicine saranno le pareti laterali, sarà la voce sempre più bene sentita e sostenuta, compensandosi la minor forza colla maggior vicinanza. Di ciò avvertito l'architetto di simili edifizj, resta al suo giudizio il combinare quest'esigenza acustica, colla bellezza della forma, colla grandezza e coll'importanza delle rappresentazioni che devonsi eseguire nel teatro, colle tele sceniche e coi meccanismi relativi.

Determinato, se non con misure positive, (le quali, come vedesi, non sarebbe possibile a prescrivere) il modo di contenersi relativamente alla larghezza del proscenio, gioverà conoscere anche il limite fin dove può giungere la lunghezza della platea, per non esigere sforzi troppo gravosi nei cantanti, e questa non può stabilirsi che dietro esperimenti pratici fatti sulla forza della voce umana, i quali secondo quelli istituiti da Saunders, danno che tale lunghezza non debba eccedere la misura di piedi 70 di Parigi. Questa è pure la misura della lunghezza della platea del nostro teatro della Scala.

Non è però da tacersi che qualunque forma si assegni alla platea di un teatro, essa non è praticabile esattamente che nei parapetti dei palchi, nei zoccoli e nelle cornici continuate di essa, nel rimanente le celle dei palchetti alterano in sostanza il suo regolare andamento,

e potrebbero esser nocivi alla sonorità di un teatro, molto più ornati di tende come lo sono sempre. Le persone pure sono un continuo perturbamento dell'aria sonora e la infievoliscono tanto coi vestiti che coll'alito loro (*l*), e però del contorno della platea non si potrebbe far calcolo d'ajuto di riguardo per la voce, se non è ben forte e sostenuta dapprincipio, ajuto che può raccomandarsi alla sola vôlta che ora nei teatri non ha bisogno di perfezionamento, tanto nella solida costruzione che nella forma. Si osserva però che l'influenza nociva delle celle dei palchetti e delle loro tende, va diminuendo a misura che i teatri sono grandi, perchè la forza dell'aria sonora va diminuendo a misura che si distacca dal suo movente. Infatti non saravvi alcuno a cui non sia dato di osservare, quanto perde di voce uno strumento suonato vicino ad una finestra con tende, od in una piccola sala tappezzata ed ornata di molti quadri; ma se quest'inconveniente sussistesse nell'egual misura in un ambiente vasto, il nostro teatro della Scala sarebbe il più disarmonico di tutti i locali, ove le pereti che circondano la platea si possono dire più conformate di tela che di legno; pure è noto quanto si sente bene in esso. Ciò nonostante non è da credersi che il difetto sia del tutto annientato, ma questi sono, dirò così, mali necessarj ai quali non si può porre rimedio, e bisogna soffrirli in pace, perchè un

teatro senza palchetti sarebbe ora incomodo e senza persone sarebbe cosa ridicola. Il solo miglioramento che potrebbe praticarsi e di cui ha bisogno il teatro moderno, è la forma del proscenio, sul quale creandosi, come si suol dire, la voce dei cantanti, gli potrebbe apportare gran vantaggio se fosse costrutto con principj più giusti, e più acconci a questo scopo che non è al presente, e molto più sulla considerazione, che quando la voce è ben sostenuta e secondata nel suo formarsi, ha sempre meno bisogno di ajuti secondarj. Non sarà discaro perciò che io mi fermi alquanto su questo proposito.

Rilevasi dalla storia dei teatri moderni, che nelle primitive loro costruzioni accostumavasi di porre due o tre file di sedie nei lati del palco scenico, ove si collocavano le persone più distinte per assistere alle rappresentazioni, le quali restavano in tal modo quasi confuse cogli attori, e levar doveano notabilmente la illusione del dramma, che prendeva con ciò il carattere di una conversazione privata: questo sconcio fu tolto dalla coltura delle società, ma non tanto che non ne appaja ancora la traccia. I palchetti del proscenio, se bene si osserva, sono un uso proveniente dall'antico notato sistema, prolungato dall'interesse e dalla difficoltà di svellere dalle radici una cattiva abitudine. Infatti in questi palchetti, se gli spettatori non sono situati nel

palco insieme agli attori, sono però collocati in un camerino che riguarda il palco stesso, e però sono in sostanza nella stessa condizione di quelli situati sulle sedie nei primitivi teatri. Premessa questa osservazione, faremo rimarcare un altro difetto dei teatri moderni che ripete la causa dal primo. L'orchestra, propriamente parlando, non è tale se non in quantochè essa viene formata dalla unione dei suonatori che accompagnano il dramma, del resto non ha un posto che la distingua dagli spettatori, occupando essa parte della platea che potrebbe essere più ragionevolmente destinata agli spettatori stessi. Essendo la platea e l'orchestra una cosa ben diversa, il suo posto dovrebbe esser distinto dall'architettura stessa, ciò che può effettuarsi nei teatri senza portare alcuna alterazione alla stabilita forma generale interna, cioè trasportandola nello spazio dei moderni proscenj, nel quale avrebbe un posto distinto, reclamato dal buon senso e dal perfezionamento delle arti, e, senza portare alcun sconcerto agli spettatori della platea, diminuirebbe anzi a quelli situati nei palchetti il difetto di vedere di fianco gli attori, e sì di sbieco le decorazioni.

Questa trasposizione dell'orchestra ci obbliga necessariamente a trasportare anche il proscenio, e questo è per noi utile, anzi è quello che si cercava, perchè collocato che sia questo pro-

scenio in luogo ove nessun legame abbia colla decorazione della platea, potrà darsi ad esso quella forma che conviene alle nostre bisogna, alla quale si presta di già la figura ovale col suo ristringimento, come abbiam detto. La scena può considerarsi come un gran quadro mobile, che si prepara dietro una chiusura di tele e tende, e che si rende visibile agli spettatori rimovendole ed alzandole. Questo è appunto ciò che si pratica nei teatri moderni per mezzo di tele dipinte e del sipario, ed è il metodo più persuadente e naturale per dividere la parte del teatro destinata alla illusione ottica, da quella ove sono collocati gli spettatori per osservarla. Il proscenio forma parte della scena, della quale, come il suo nome lo indica, è la parte anteriore e prima, e dove gli attori si fermano a declamare ed a cantare più frequentemente nel tempo della rappresentazione, e però sempre commendevole sarà la pratica di liberarlo da qualunque ingombro estraneo all'azione del dramma, foggiandolo colle stesse tele e tende che servono a dividere la scena dalla platea, piuttosto che con colonne, palchetti e spettatori, che nulla hanno che fare cogli attori e colle decorazioni, specialmente se queste rappresentano villaggi, boschi, grotte o simili.

Due sono i difetti che si rimarcano negli attuali proscenj relativamente al sostegno ed allo spandimento della voce. 1.° L'eccessiva al-

tezza della soffitta. 2.° Il traforamento delle pareti laterali con palchetti ornati di tende e di persone. Osserviamo che l'altezza del proscenio è di già riputata eccedente anche pel bisogno delle scene, e però è sempre abbassato colle tele dipinte a tende sino al punto conveniente, perchè la parte superiore del palco scenico possa chiudersi colle così dette arie, in modo che non presenti nessun traforamento, e sia del tutto chiusa, formando una soffitta, un cielo od altro oggetto continuato a norma della cosa rappresentata. Ciò premesso, ecco come io penserei di giovarmi di tante circostanze favorevoli al nostro scopo. Riportiamoci alla Fig. VIII rappresentante la pianta e lo spaccato di un teatro, coll'orchestra trasportata nel sito degli attuali proscenj, e il proscenio portato nello spazio *c a b d* del palco marcato dalla pianta, come dicemmo. Andandosi la platea, con questo cambiamento ad allungare quanto è la larghezza dell'orchestra trasportata, quando vogliasi paragonare la capacità di questa platea con altra di un teatro costrutto col primo sistema, dovrà accorciarsi di tanto quanto è la larghezza dell'orchestra sunominata. Da questo cambiamento si vede, che in sostanza resta l'apparenza dei teatri eguale tanto in un modo che nell'altro, e solo dipende dai nomi, dovendosi chiamare orchestra ciò che ora si chiama nelle attuali costruzioni, proscenio. Questa variazione

pertanto potrebbe effettuarsi con poco dispendio in ogni teatro. Ho dato al progetto la capacità del nostro teatro della Scala per avere una specie di confronto, e l'ovale della platea è tale, che inscrivendo un circolo in essa, questo rimane tangente all'architrave della nuova orchestra; ciò che sarà utile per ottenere uno scomparto regolare nella dipintura della vôlta. Per progredire nel detto confronto si osserva: 1.° Che il proscenio rimarrebbe ne' due teatri nella medesima area marcata in pianta *c a b d.* 2.° Parimenti l'orchestra rimarrebbe nello stesso spazio *q c d r* in ambedue i teatri, ma le colonne che distinguono il proscenio del teatro della Scala, dovrebbero per conseguenza porsi di fianco all'orchestra del nuovo progetto. 3.° Che l'area della platea e la sua capacità rimarrebbe la stessa nei due teatri. 4.° Che i palchetti che sono di fianco al proscenio nel teatro della Scala si troverebbero di fianco all' orchestra nell'altro progetto, per cui verrebbe in esso a diminuirsi la periferia della platea e per conseguenza il numero dei palchetti, di quanto importa la decorazione arretrata delle colonne, supponendo sempre i palchetti della stessa dimensione. In ogni teatro poi, se si volesse praticare la variazione suggerita, converrebbe allungare la platea di quanto è la larghezza del proscenio e verrebbe con ciò a diminuirsi di altrettanto la lunghezza del palco scenico: il resto

rimarrebbe intatto. Il teatro in conseguenza aumenterebbe di capacità; ma nel nostro teatro grande credo che non sarebbe praticabile, perchè venendosi con ciò ad accrescere la lunghezza della platea quanto è la larghezza del proscenio, ed essendo questa lunghezza di già quasi troppa per la forza della voce, coll'aggiunta della larghezza del proscenio diverrebbe forse eccedente.

Noi non abbiamo accennato fin'ora che l'area del proscenio, la quale è projettata in *a c b d*, come dicemmo, rimane ora di ultimarlo. Nei fianchi sarà conterminato dalle due pareti verticali insistenti sulle linee di pianta *c a*, *d b*, e rappresentate nello spaccato da *e f g h*, unite da una vôlta, la di cui projezione nello spaccato è *e f* abbassata dalla soffitta della nuova orchestra *n m*, quanto lo comporta il bisogno delle decorazioni sceniche, che è la riflessibile misura *n e*, la quale rappresenta lo spaccato di una parete verticale che unisce la vôlta del proscenio e la soffitta dell'orchestra. Questa parete potendo essere ornata con dipinture di tende, bassirilievi od altro, accrescerà notabilmente la ricchezza dell'imboccatura del palco. Nelle pareti laterali al proscenio potrebbero praticarsi due porte, le quali sarebbero d'aprirsi nel solo caso che gli attori avessero da sortire fra gli atti a ricevere gli applausi del pubblico. Le superficie di queste pareti e della vôlta vanno

liscie, e solo dipinte a foggia di tende come si costuma, onde siano più atte a sostenere e rimandare intatte le onde sonore dell'aria. Il contorno del nuovo proscenio potrebbe anche nell'imboccatura *e h*, *c d* essere foggiato a guisa di una ricca ed elegante sagoma, quasi cornice chiudente il quadro mobile della scena. Credo non saravvi alcuno che non scorga a solo colpo d'occhio la diversità che vi debb'essere pel sostegno e per la forza della voce, cantando nel raccolto spazio *e f g h* chiuso dai lati e superiormente da pareti liscie, e nell'altro *n m o h* aperto dai lati con palchetti ornati da tende e da persone, e superiormente altissimo, decorato da mensole, cassettoni ed altri ornamenti, e però io credo di non fermarmi più oltre in quest'argomento, essendo per sè chiarissimo, quando si abbia riguardo a tutto ciò che si è detto nel capo I.

ARTICOLO II.

Della materia più atta al sostegno della voce.

Breve sarà quest'articolo perchè il materiale vi è di già apprestato nel capo I, nel quale abbiam dimostrato, che le costruzioni più resistenti e solide sono le più atte a ribattere con forza le ondulazioni sonore dell'aria ed a sostenere il suono, lo che ci porta ad una con-

seguenza affatto in opposizione a quella comunemente ricevuta, cioè che il legno sia la materia più idonea a questo scopo; opinione che non esitai a combattere perchè in aperta opposizione col fatto, come parmi di aver bastantemente comprovato. Quindi io proporrei che si facesse in un teatro tutto ciò che è possibile di solida muratura, e soprattutto le pareti del proscenio da noi progettate e la vòlta superiore, la quale non potendo costruirsi diversamente, dovrà farsi di bacchette di castano con centini e sbadacchi di solidissime tavole raddoppiate, come si costuma in casi simili, e come è costrutta quella del teatro alla Scala, escludendo onninamente i tavolati di legno: vero è che per le minute divisioni portate dai palchetti, le murature e la pietra sarebbero poco adattate, ma avvertito una volta l'architetto che questo legno non è un bisogno, potrà nella costruzione dei teatri trovare il mezzo di evitarlo, o facendo le divisioni dei detti palchetti con una muratura di quarto che si sostenga dall'alto al basso, o facendo sostenere i parapetti con mensole di granito attaccate a sbalzo nella grossa muratura che li divide dalla vicina corritoja, tra le quali mensole si potrebbero benissimo trarre delle vòlte invece dei plafoni, la maggior parte di tela, con soffitta di legno, o facendo i parapetti di ferro o bronzo con ornamenti analoghi, ecc. Credo sarà facile

il comprendere da quel che dissi antecedentemente nell'art. I, che io suggerisco queste cose non tanto perchè possano contribuire alla sonorità del teatro, ma principalmente per la causa, che un teatro così costrutto avrebbe meno da temere la distruzione per parte del fuoco, che è il pericolo di cui sono continuamente minacciati questi edifizj, stantechè la luce artificiale e copiosa, è uno degli elementi di cui le rappresentazioni teatrali hanno maggior bisogno. Se questo solo fosse l'utile che potesse apportare quest'opera, ciò basterebbe per non essere riputata inutile, perchè andrebbe ad evitare costosi disastri, e contribuirebbe alla conservazione di quegli edifizj che ora servono di trattenimento quasi esclusivo della maggior parte delle nazioni incivilite, sono il convegno delle più colte società, servono all'alimento di migliaja di artisti ed operaj e danno materia copiosa da empiere le pagine dei giornali e di far conoscere il buono od il cattivo senso dei giornalisti.

NOTE

(*a*) Mediante esperimenti hanno potuto conoscere i fisici, che ogni nota è composta di un dato numero di vibrazioni isocrone, cioè che mantengono un movimento eguale dal principio alla fine, le quali si regolano nell'intervallo di un minuto secondo. La più grave viene calcolata a non meno di trentadue vibrazioni: un numero minore non produce un vero suono. Le vibrazioni delle voci acute oltrepassano le migliaja ogni minuto secondo.

(*b*) Il rimbombo può definirsi un suono indeterminato e quasi la commistione di tutti i tuoni insieme. Se un suono propriamente detto, comunque ei siasi, si ecciti insieme ad una musica, esso la sturberà sempre quando non sia perfettamente accordato con questa, il rimbombo invece le si unisce e talfiata anche la rende più grata senza bisogno di accordo. La voce della così detta cassa, dei tamburi, dei tamtam, dei piatti e simili sono rimbombi; la voce di questi ultimi potrebbesi però qualificare più giustamente col nome di strepito o fracasso. Il vero rimbombo si ha da uno strumento che qualche volta per diletto si costruisce sul momento da alcune società allegre, e si suona in mancanza di contrabbasso. Esso dicesi olla armonica, e si costruisce in questo modo: si prende un vaso di qualche grandezza, di rame od altro ed anche di argilla cotta, anzi di questa materia si suole costruire più generalmente, prendendo di quelle stoviglie che diconsi olle, da cui riceve il nome; nel mezzo del ventre di questo, alla distanza della bocca di 15 o 20 centimetri circa, si fanno quattro forellini posti su due rette incrocicchiantisi ad angolo retto nel mezzo. Per questi fori si fanno passare quattro fili di cordicino o spago, attaccati per un capo ad un anello comune che si tiene nel mezzo dell'asse dell'olla, e coll'altro capo si attaccano esternamente

ad essa, si prende dopo una pergamena, ed avendola ben bagnata, vi si fa un foro nel mezzo ove si attacca con un filo solidissimamente alla pergamena uno stelo di granata, di canna d'India o di altra cosa simile, alquanto sporgente sì da un lato che dall'altro della medesima. Questa pergamena, così bagnata, si attacca alla bocca dell'olla, stirandola bene ed attaccandola pure solidamente all'orlo con cordoncino, in modo che lo stelo stia verticalmente nel mezzo, e che la parte di esso che resta internamente all'olla, passi liberamente nell'anello a ciò preparato. Questa precauzione è necessaria perchè nel suonar lo strumento sarebbe senza di ciò facilmente scomposto il suo attacco colla pergamena; quando questa sia asciutta e perfettamente tesa, lo strumento è formato: si ottiene la voce ossia il rimbombo, facendo scorrere la mano lungo la parte sporgente dello stelo, tenendolo leggermente compreso fra il pollice e l'indice, avendo prima aspersa di calofonia o cera la sua superficie. Tutto l'artifizio dell'accompagnamento sta nel dare in battuta i colpi, i quali sembrano vere arcate di contrabbasso date a tempo ed a tuono di musica. Infatti io vidi qualche volta entrare degli amici ove si eseguiva questa singolare musica, ignari della cosa, cercar cogli occhi il contrabbasso che pur gli parea aver sentito al di fuori, e restar sorpresi nello scorgere a che si riduceva la loro illusione.

(*c*) Pare che questo movimento negli strumenti di metallo non isfugga al tatto, se esiste in questi ragion vuole che debba pure esistere in quelli di legno, e se esiste debbe certamente influire sul suono e sulla voce degli strumenti, giacchè la natura non agisce senza un assoluto perchè. Istituendo pertanto degli esperimenti con più acconci mezzi che non è dato da poter io praticare, potrebbesi determinare più positivamente il fatto e rettificare con essi la teoria degli strumenti a fiato.

(*d*) L'esplosione di un cannone è il mezzo con cui si servono i fisici per valutare la celerità del suono: se è permesso esternare su ciò il mio sentimento, io direi che questo mezzo non è esatto. All'esplosione di un'arme da fuoco sono annesse circostanze tali che nulla hanno di comune col suono e coi romori eccitati da percosse, sfregamento od altro. In questi la massa dell'aria non viene aumentata nè cambiata in nessun modo, ma inducesi solo in essa un agitamento che di consenso

si estende nello spazio, ma nell'altro caso viene aumentato il volume colla diradazione istantanea, e quindi il modo violento con cui viene scossa, deve apportare certamente variazione nel suo movimento e nel romore che ne risulta. Infatti se in una stanza piccola suonerai una forte tromba, la voce di questa assorderà e farà tremare i vetri con ondulazioni regolari, ma se nella stessa stanza darai fuoco ad un mucchio di polvere ardente, poco sarà il romore, ma la violenza sarà tale da eccitare una sì forte scossa da rompere i vetri. La vista armata da cannocchiale può vedere a grandi distanze un uomo che percuota un corpo sonoro o romoroso, e questo sarebbe certamente un mezzo più sicuro per valutare la celerità del suono. Il romore di un'arme da fuoco, come quello del tuono ed altri simili, tanto pel modo con cui si forma quanto per quello con cui si spande, forma una categoria a parte e ben diversa del suono.

(*e*) Sul lago di Como in una posizione vicina alla Tremezzina, una volata od un trillo, anche di qualche lunghezza, che facesse una persona in tempo di notte, viene dopo alcuni istanti rimandato dalle montagne attigue con tale precisione, che eccita maraviglia.

(*f*) È mirabile come nella perfetta ignoranza in cui sono gli scienziati sulla causa della maggior parte dei fenomeni del suono, si asserisca da alcuno di esser capace a produr cose di cui la natura stessa non ci ha ancora dato esempio. Trovo nell'opera citata della storia e descrizione dei teatri, che il P. Kirker si impegnava di far girare la voce in modo, che uno che dimandasse da un luogo *quod tibi nomen*, avesse in altro luogo determinato da sentirsi distintamente *Costantinus*. Peccato che questa trascendente dottrina si sia persa, ora nessuno sarebbe capace di scomporre il solo *quod*.

(*g*) Da quel che quivi si prova io crederei di poter inferire che la perfezione degli strumenti a corde non deve cercarsi nelle forme, come alcuni inutilmente tentarono, ma bensì nella qualità e perfezione del legno formante il piano armonico. Dal modo con cui entra questo piano armonico in sussidio delle corde parmi poter pure dedurre, che quei fori che si fanno in essi all'oggetto di aumentarne la voce, debbono essere più nocivi che utili, perchè restando così tagliate le fibre del legno, viene

a diminuirsi la forza elastica ed a scomporsi il suo regolare movimento. Un foro praticato posteriormente nel fondo sarebbe, secondo me, più utile, perchè metterebbe in comunicazione coll'esterno anche la parte posteriore del piano armonico senza tagliarlo.

Dipendendo la bontà e perfezione del piano armonico dalla prontezza con cui può porsi all'unissono con tutte le voci dello strumento, vedesi la causa per cui negli strumenti a corde di molta estensione, ben di sovente se sono buone le voci acute non lo sono quelle basse e viceversa, cioè per la difficoltà di trovare un legno che possa secondare perfettamente tante disparità di vibrazioni. In un cembalo si potrebbe forse togliere un tale difetto, dividendo in due o tre parti il piano armonico, onde si uniformi alle voci acute, medie e basse.

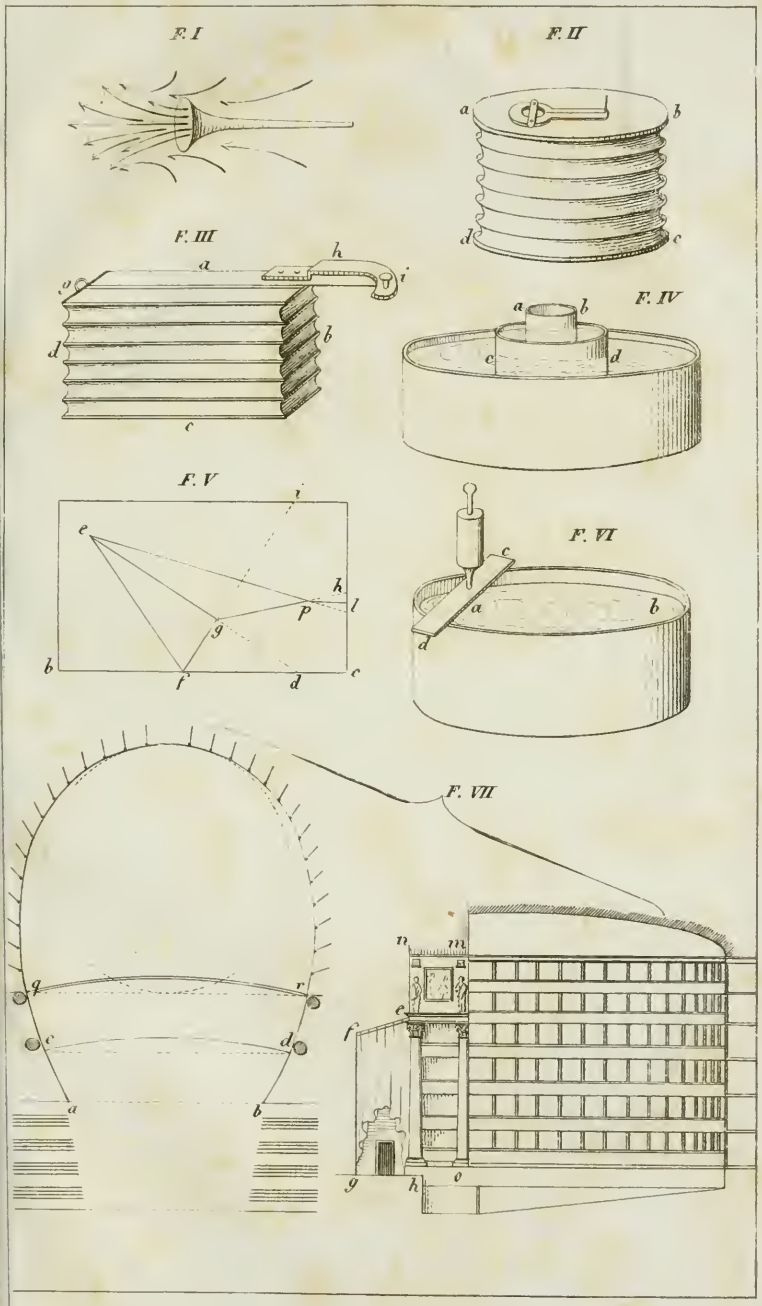
(*h*) Esiste nella natura un certo istinto, che io dirò teorico, il quale regola e dirige gli uomini anche meno istrutti verso la perfezione, senz' altra guida che il sentimento della perfezione stessa, sentimento che ben di sovente viene adulterato dall'educazione e dagli studii, che generalmente vi fanno subentrare le opinioni particolari e di tradizione, attinte alle scuole, dai maestri e dai varj autori che trattarono quella data materia; e però debbono por mente i teorici, che quando i pratici sono troppo renitenti a seguire i loro consigli, può esser causa che la teorica soffra qualche difetto. *La pratica è la teorica in azione;* e se la prima segue una via diversa da quella che questa le addita, segno è che dessa non è ingombrata di tutti quei difetti da cui viene aggravata e che quella additata non contiene tutto il bene che da essa si ripromette. Sta nella vera scienza il porle d'accordo e rimovere ogni contraddizione tra la pratica e la teorica.

(*i*) Il nuovo teatro di Parma, per quanto asseriscono persone degne di fede e testimonj del fatto, ha il difetto di essere poco sonoro. Io dai disegni rilevo che l' ampiezza del proscenio eccede la misura proporzionale di altri teatri, che sebbene più grandi sono più armoniosi. Ciò sarebbe conforme alla teoria sviluppata in questo libro, e da tale eccedente ampiezza potrebbe ripetersi la causa del difetto.

(*l*) Tra gli oggetti che perturbano l'aria ed infievoliscono la voce dei cantanti, potrebbe annoverarsi anche l'illuminazione, che abbraccia tutta l'imboccatura del proscenio, dirada l'aria

e la tiene in continuo movimento. L'illuminazione praticata da un lato e dall'alto toglierebbe questo difetto, ed è l'ultimo perfezionamento di cui abbisogna l'illusione in un teatro. Il modo sconcio e fuori di natura con cui vengono illuminati gli attori e le scene, non può essere tollerato che dall' abitudine e dall'intima convinzione di non potersi fare altrimenti, ma tale ostacolo credo che non sarebbe impossibile a togliersi, quando si volessero sacrificare, almeno da un lato, i palchetti che nel mio progetto sarebbono quelli dell'orchestra, onde poter illuminare gli attori per davanti, anche quando sono sul proscenio. Senza di ciò e senza la trasposizione del proscenio da me ideata sarebbe impossibile ad ottenersi. Ciò spero di poter trattare più diffusamente in altro libro.

FINE


F. I
F. II
a
b
d
c
F. III
a
h
i
o
d
b
c
F. IV
a
b
c
d
F. V
i
e
h
l
p
g
b
f
d
c
F. VI
c
a
b
d
F. VII
n
m
q
r
e
c
d
f
a
b
g
h
o

Scaffale I
Fila c
Opera n 27